

Recherches sur l'*Oryctes monoceros* Ol. en Côte-d'Ivoire

III. — Piégeage olfactif à l'aide du chrysanthémate d'éthyle ⁽¹⁾

J. F. JULIA (2) et D. MARIAU (3)

Résumé. — Un grand nombre d'essais ont été mis en place pour préciser les caractéristiques du piège et les modalités d'utilisation. Le piège est constitué par un seau en plastique percé d'une ouverture sur le couvercle, à l'intérieur est suspendu un petit flacon contenant un mélange de chrysanthémate d'éthyle (2 ml) et d'un renforçateur olfactif (0,2 ml) (doses valables pour un mois de traitement) qui s'évaporent lentement à l'aide d'une mèche. Le seau doit être placé à 2,5 m du sol. La densité est de 4 pièges par ha disposés en quinconce. Le taux de capture est extrêmement variable suivant l'infestation, la situation des pièges (ceux de bordure pouvant capturer beaucoup plus d'insectes) et l'état des refuges de ponte. Si ces refuges sont laissés à nu, les pièges captureront peu d'insectes, si au contraire ils sont recouverts par une plante de couverture, ils en prendront beaucoup plus. Le taux de capture peut varier ainsi de 1 à 4 suivant cet état de recouvrement. Le chrysanthémate d'éthyle a, pour l'*Oryctes*, l'odeur des refuges de ponte et les pièges attirent donc les insectes qui vont vers ces refuges soit en provenance d'un autre refuge soit après une période alimentaire. Ce type de piégeage peut être utilisé comme moyen de lutte mais n'empêche pas complètement les attaques. Il complète l'action bénéfique de la couverture.

Mots clés : *Oryctes*, Cocotier, Piégeage olfactif. Chrysanthémate d'éthyle, Caractéristiques piège, Refuges de ponte, Plante de couverture. Taux de capture.

Plusieurs auteurs ont étudié ces dernières années le piégeage des adultes d'*Oryctes rhinoceros* [Barber, McGovern, Beroza, Hoyt, Wallser, Maddison, 1, 2]. De nombreux produits et types de pièges ont été testés. Maddison dès 1972 mettait en évidence l'efficacité de l'éthyl chrysanthémate (mélange d'isomères de l'éthyl D, L *cis, trans* 2-2 diméthyl-3 isobutenylclopropane-1-carboxylate). Ce produit était jusqu'alors utilisé pour la préparation de pyréthrine de synthèse et en parfumerie. L'effet attractif de ce produit s'avérait être analogue à celui des gîtes larvaires de l'*Oryctes*.

Jusqu'en février 1974 cependant, le rendement des pièges testés dans le Pacifique Sud était faible (moins de 2 adultes/piège/mois en moyenne et 4 au maximum). En Côte-d'Ivoire l'I. R. H. O. a étudié les possibilités d'utilisation du piégeage olfactif en tant que méthode de lutte contre *O. monoceros* en jeune plantation.

I. — DESCRIPTION DU PIÈGE UTILISÉ EN CÔTE-D'IVOIRE

Un récipient de plastique de 2 à 5 l est fixé au sommet d'un poteau à une hauteur minimum de 1,50 m au-dessus du sol. Ce récipient est obturé par un couvercle en plastique ou en bois de cocotier pourvu d'une ouverture de 2,5 cm² permettant l'entrée des insectes. L'évacuation des eaux de pluie est faite grâce à plusieurs trous de 0,25 cm² pratiqués sur la paroi du récipient à environ 5 cm du fond (Fig. 1).

En saison pluvieuse les insectes se noient et, en saison sèche, on met une très petite quantité de poudre insecticide qui est suffisante pour tuer les insectes (et ainsi empêcher les évasions) pendant plusieurs mois. La présence d'insecticide et de cadavres d'insectes n'a aucun effet répulsif. L'attractif peut être appliqué 2 fois par semaine en goutte à goutte sur la face inférieure de la rondelle de cocotier (technique utilisée aux Samoa) ou bien dans un flacon de verre obturé par un bouchon de caoutchouc et pourvu d'une mèche

de lampe à pétrole. Dans ce dernier cas les applications peuvent être faites mensuellement [3]. Comme on le verra, un certain nombre d'essais ont permis d'apporter des améliorations à ce piège.

II. — ÉTUDE DE L'ÉCARTEMENT A PRATIQUER ENTRE LES PIÈGES

1. — Etude de dispositifs linéaires : Essai n° 1.

Le but était de voir sur une distance donnée si les captures variaient avec le nombre de pièges alignés.

Méthode : En périphérie d'une jeune plantation trois sites A, B et C ont été choisis ; chacun correspondait à une ligne de 200 m de long et ils se succédaient à 30 m les uns des autres avec ainsi une distance de 660 m du début de A à la fin de C. Trois objets ont été comparés : 1° — 9 pièges espacés de 25 m, 2° — 7 pièges espacés de 33 m, 3° — 5 pièges espacés de 50 m. Au départ on a tiré au hasard l'objet à placer dans chaque site puis on a opéré par la suite une permuta-

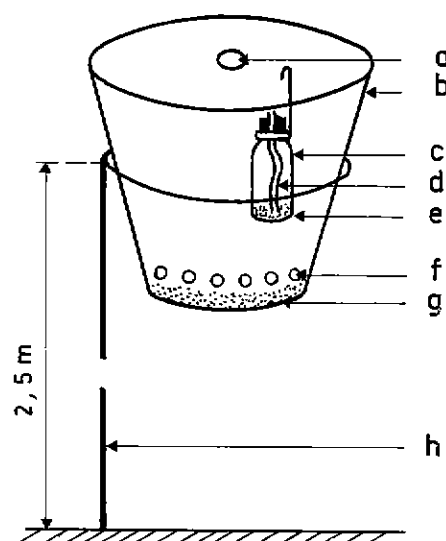


FIG. 1. — Piège à chrysanthémate d'éthyle
(Ethyl chrysanthemate trap)

a = Trou d'entrée de l'*Oryctes* (Entry hole for *Oryctes*), b = Seau de 2 l (2 l bucket), c = Flacon (Flask), d = Mèche (Wick), e = Chrysanthémate d'éthyle + renforçateur (Ethyl chrysanthemate + reinforcing agent), f = Trous pour évacuation de l'eau (Drainage holes for water), g = Insecticide, h = Fer à béton de 14 mm Ø (14 mm Ø iron reinforcing bar).

(1) Communication présentée à la 4^e Session technique de la F. A. O. sur la production, la protection et le traitement des cocotiers, à Kingston, Jamaïque (sept. 1975), dont les 2 premières parties ont paru dans les numéros de février et de mars 1976 d'*Oléagineux*.

(2) Département Entomologie de l'I. R. H. O., station de Port-Bonnet (Côte-d'Ivoire).

(3) Département Entomologie de l'I. R. H. O., station de La Mé (Côte-d'Ivoire).

tion circulaire toutes les 3 semaines. Les pièges avaient des couvercles en bois de cocotier et on a appliqué 2 fois par semaine 0,2 ml d'attractif par piège. L'essai a duré 18 semaines et les résultats ont été les suivants (Tabl. I), le premier et le dernier piège de chaque site n'étant pas pris en considération (effet de bordure).

Discussion : Notons d'abord que les captures ont été en moyenne assez faibles. Il y a compétition entre les pièges pour les écartements étudiés. Les calculs montrent que la différence de 51 p. 100 enregistrée dans les captures individuelles entre 1 et 3 est hautement significative. Le rendement d'un piège varie de façon pratiquement linéaire avec l'écartement. Par contre, la différence de 25 p. 100 enregistrée entre 4 et 8 pièges, 200 m, n'est pas significative. Dans un dispositif en triangle où chaque piège est entouré par 6 autres pièges (et non par 2 dans le dispositif linéaire) la concurrence est nécessairement plus forte et l'écartement optimum doit être plus proche de 50 m que de 25 m, mais pour une protection de bordure on a intérêt à n'écarter les pièges que de 25 m.

2. — Comparaison de deux densités : 2 et 4 pièges/ha : Essai n° 2.

L'essai a été réalisé dans une jeune replantation de palmiers à huile. Le dispositif de l'essai est indiqué sur la figure 2.

Méthode : La parcelle expérimentale avait 770 m de long et 468 m de large (36 ha). Elle a été divisée en 3 blocs Est-Ouest de 468 m × 256,5 m. Chacun des blocs comprenait deux sous-parcelles d'égale surface ; l'une avec 25 pièges (5 lignes Nord-Sud de 5 pièges : lignes espacées de 46,80 m et pièges espacés de 54 m sur la ligne) disposés à la densité de 4 pièges par ha et l'autre avec 15 pièges (3 lignes Nord-Sud de 5 pièges : lignes espacées de 93,60 m et pièges espacés de 54 m) à la densité de 2 pièges par ha. Dans le premier cas il y avait 9 pièges centraux utiles et dans le second 6 dont les captures ont été retenues pour la comparaison. Les deux objets 2 et 4 pièges/ha alternaient dans le sens Nord-Sud et dans le sens Est-Ouest. Chaque bloc était délimité par 22 pièges de bordure et il y avait une ligne de bordure entre chaque sous-parcelle. L'essai a duré 12 semaines, les pièges étaient identiques à ceux de l'essai n° 1 et recevaient 0,2 ml d'attractif par semaine. Les résultats sont résumés dans le tableau II.

Discussion : Les captures par piège sont supérieures de 44 p. 100 pour la densité de 2 pièges par ha mais les captures par ha sont supérieures de 39 p. 100 dans le cas de la densité la plus forte. Les calculs montrent que ces résultats sont significatifs. La concurrence

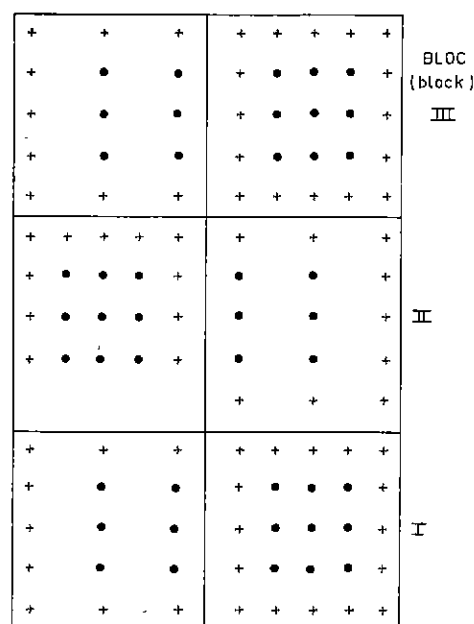


FIG. 2. — Schéma de l'essai n° 2 (Plan of trial n° 2)

+ : Pièges neutres (Neutral traps)
• : Pièges utiles (Useful traps).

entre les pièges apparaît comme nettement plus élevée que dans les dispositifs linéaires puisque l'écartement moyen est de 70-71 m pour 2 pièges/ha et 50 m pour 4 pièges/ha, ce qui est donc supérieur aux écartements étudiés dans le premier essai. En admettant que le rendement des pièges diminue linéairement avec la densité entre 2 et 6 pièges/ha, la densité optimum serait comprise entre 4 et 4,5 pièges/ha.

3. — Effet du passage de 4,5 à 9 pièges/ha dans une zone très infestée : Essai n° 3.

La zone d'expérience était une cocoteraie de un an et d'une surface de 24 ha établie sur ancienne forêt. Les bois avaient été mis en andains tous les 15 m et partiellement brûlés. On avait empêché la couverture de *Pueraria javanica* de s'établir sur les andains. Une forte pullulation de *O. monoceros* avait commencé 4 mois avant la mise en place de pièges.

Méthode : Un dispositif de 107 pièges, écartés de 51 m en Nord-Sud et de 44,10 m en Est-Ouest (4,5 pièges/ha) a été mis en place. Ce dispositif était en quinconce et les pièges, identiques à ceux des essais 1 et 2, recevaient 0,2 ml de chrysanthémate d'éthyle 2 fois par semaine. Au bout de 12 semaines on a doublé le dispositif en réduisant l'écartement Nord-Sud à 25,50 m.

Chaque semaine on a estimé les populations d'adultes d'*Oryctes* présentes dans les arbres en observant

TABLEAU I. — Importance des captures des pièges suivant leur emplacement
(Rate of capture of the traps according to the spacing)

Objets (Objects) :	1 (7 pièges utiles) (7 usefull traps)	2 (5 pièges utiles) (5 usefull traps)	3 (3 pièges utiles) (3 usefull traps)
Total capturé (Total captures).....	50	44	32
Moyenne/piège (Mean/trap).....	7,1 (100)	8,8 (124)	10,7 (151)
Total ramené à 200 m linéaires.....	56,8 (100)	52,8 (93)	42,8 (75)
(Total brought to 200 m linear)	(8 pièges utiles) (8 usefull traps)	(6 pièges utiles) (6 usefull traps)	(4 pièges utiles) (4 usefull traps)

TABLEAU II. — Importance des captures selon que l'on dispose 2 ou 4 pièges/ha
(Rate of capture at 2 and 4 traps/ha)

Semaine (Week)	Bloc I (Block I)		Bloc II (Block II)		Bloc III (Block III)		Total	
	2 pièges/ha (traps/ha)	4 pièges/ha (traps/ha)	2 pièges/ha (traps/ha)	4 pièges/ha (traps/ha)	2 pièges/ha (traps/ha)	4 pièges/ha (traps/ha)	2 pièges/ha (traps/ha)	4 pièges/ha (traps/ha)
1	5	2	1	2	2	0	8	4
2	10	6	4	5	4	1	18	12
3	8	8	8	7	0	3	16	18
4	11	20	13	11	0	6	24	37
5	7	4	5	6	2	5	14	15
6	15	13	7	10	12	10	34	33
Total	56	53	38	41	20	25	114	119
Moy/piège (Mean/trap)	9,3	5,9	6,3	4,6	3,3	2,8	6,3 (144)	4,4 (100)
Moy/ha	18,7	23,6	12,6	18,2	6,7	11,1	12,7 (100)	17,6 (139)
(Mean/ha)								

40 p. 100 des plants et on a enregistré les captures dans les pièges situés au centre de la parcelle (les captures dans les pièges périphériques, très importantes, ont été enregistrées séparément). Le rapport entre les nombres d'insectes présents (l'acte alimentaire de l'*Oryctes monoceros* dure un peu plus de 7 jours) et les nombres d'insectes capturés à l'intérieur de la parcelle constitue un indice de capture permettant de comparer les deux densités (Tabl. III).

Discussion : Il faut souligner que, au début de l'essai, le recouvrement des bois par le *Pueraria* était très faible et qu'à la 21^e semaine d'essai il était total. Nous verrons plus loin que le *Pueraria* favorise les captures bien qu'il réduise l'infestation et que, après la 24^e semaine, l'indice de capture a varié entre 40 et 60 p. 100.

Dans les semaines 7 à 18, où l'état de développement du *Pueraria* a été en croissance progressive, on constate que le doublement de la densité n'a apporté aucune augmentation significative du rendement ; donc il est confirmé que la densité optimum n'est pas supérieure à 4,5 pièges/ha et, dans des conditions de bon recouvrement par le *Pueraria*, elle doit être voisine de 4 pièges/ha.

III. — ÉTUDE DES DOSES ET DES MÉTHODES D'APPLICATION DU CHRYSANTHÉMATE D'ÉTHYLE

Dans les premiers essais on avait adopté l'application au goutte à goutte de 0,2 ml d'attractif une fois ou deux par semaine. Cette méthode serait difficilement réalisable à grande échelle, on a donc cherché à réduire la fréquence des passages et étudié les doses d'utilisation. Il était par ailleurs intéressant de voir si l'adjonction d'un renforçateur olfactif ou la dilution de l'attractif pouvait présenter un intérêt.

1. — Comparaison de différentes doses appliquées mensuellement dans un flacon pourvu d'une mèche et de la méthode d'application en goutte à goutte : Essai n° 4.

Méthode : On a mis en place un dispositif comprenant 11 répétitions de 3 pièges. Les pièges étaient disposés en quinconce sur deux alignements distants de 15 m en bordure d'une parcelle très infestée. Trois objets étaient étudiés :

T : pièges classiques identiques à ceux des essais précédents, sans apport d'attractif,

G : pièges identiques aux précédents avec apport de 0,2 ml d'attractif en goutte à goutte bi-hebdomadaire,

F : *idem* : pièges pourvus d'un flacon de 15 ml fixé sur la face inférieure de la rondelle de cocotier et recevant des doses de chrysanthémate de 1 ml dans l'essai 4 (1), 1,5 ml dans l'essai 4 (2) et 2 ml dans l'essai 4 (3). Les résultats sont résumés dans le tableau IV.

Discussion : Les trois séries d'essais ont été conduites successivement. Malgré certaines variations les captures ont été très importantes (plus de 1 adulte/piège/jour pour les objets recevant de l'attractif). Les pièges sans chrysanthémate peuvent capturer un petit nombre d'insectes. On constate par ailleurs un effet dose manifeste, il faut mettre 2 ml/mois pour avoir des résultats comparables à ceux du goutte à goutte, lequel correspond à une application de 1,7 ml/piège/mois. Les résultats laissent penser que les captures pourraient être sensiblement augmentées, surtout durant la période allant du jour 15 au jour 30, avec des doses supérieures à 2 ml par mois. Cependant, au-delà de 2 ml/piège/mois la dépense en chrysanthémate devient excessive (plus de 1 000 F CFA par piège et par an).

TABLEAU III. — Indices de capture selon qu'il y a 4 ou 9 pièges/ha
(indices of capture at 4 and 9 traps/ha)

Densité (Density) :	4,5 pièges/ha (4.5 traps/ha)		9 pièges/ha (9 traps/ha)	
	Semaines (Weeks)		Semaines (Weeks)	
Période de piégeage (Period of trapping)...	1 à 6	7 à 12	13 à 18	19 à 24
Insectes comptés/ha (Insects counted/ha)...	195,2	152,8	74,6	70,5
Insectes capturés/ha (Insects trapped/ha)...	28,1	30,5	15,2	19,8
Indice de capture (Index of the capture)....	14,4	20,0	20,4	28,1

TABLEAU IV. — Importance des captures selon le mode de traitement et les doses
(Rate of capture according to the mode of treatment and rates)

Essais (Trials)	Objets (Objects)	Période de piégeage (Period of trapping)		Total
		1-14 j (days)	15-30 j (days)	
Essai (trial) n° 4 (1)	T	6 (3)	1 (0,6)	7 (2)
— dans l'objet F (in object F) : 1 ml	F	160 (80)	84 (53)	244 (68)
	G	200 (100)	160 (100)	360 (100)
Essai (trial) n° 4 (2)	T	0 (0)	0 (0)	0 (0)
— dans l'objet F (in object F) : 1,5 ml	F	180 (100)	157 (63)	337 (79)
	G	178 (100)	251 (100)	429 (100)
Essai (trial) n° 4 (3)	T	0 (0)	5 (2)	5 (1)
— dans l'objet F (in object F) : 2 ml	F	217 (145)	151 (75)	368 (105)
	G	150 (100)	202 (100)	352 (100)

2. — Etude de deux renforçateurs olfactifs et de la dilution dans l'acétone : Essai n° 5.

Pour limiter la baisse de rendement des pièges avec flacon 15 jours après l'application du produit, on a voulu voir si l'adjonction d'un renforçateur olfactif ou la dilution dans un solvant organique ordinaire pouvait présenter un intérêt. Deux renforçateurs Givaudan ont été testés : le M 26568 et le M 26569. Le solvant choisi a été l'acétone.

Méthode : Le dispositif expérimental était analogue à celui de l'essai n° 4 mais comprenait 4 objets comparés sur 6 répétitions.

Essai n° 5 (1) :

G : goutte à goutte, 0,2 ml d'attractif deux fois par semaine,

F : pièges avec flacon recevant 2 ml d'attractif,

M₁ : pièges avec flacon recevant 1,8 ml d'attractif et 0,2 ml de renforçateur M 26568,

M₂ : pièges avec flacon recevant 1,8 ml d'attractif et 0,2 ml de renforçateur M 26569.

Essai n° 5 (2) :

Seul le dernier objet a changé pour être remplacé par :

A : pièges avec flacon recevant 2 ml d'attractif et 4 ml d'acétone.

Les résultats sont donnés dans le tableau V.

TABLEAU V. — Influence d'un renforçateur olfactif sur le taux de capture (Influence of an olfactory reinforcer on the rate of capture)

Essais (Trials)	Objets (Objects)	Période de piégeage (Period of trapping)		Total
		1-14 j (days)	15-30 j (days)	
5 (1)	G	28 (100)	38 (100)	66 (100)
	F	71 (254)	21 (55)	92 (139)
	M ¹	76 (271)	58 (153)	134 (203)
	M ²	45 (161)	35 (92)	80 (121)
5 (2)	G	26 (100)	38 (100)	64 (100)
	F	43 (165)	22 (58)	65 (101)
	M ¹	45 (173)	38 (100)	83 (130)
	A	28 (108)	8 (21)	36 (57)

Discussion : Les résultats obtenus avec les objets F et M₁ ont été très différents d'un essai à l'autre mais sont restés supérieurs au goutte à goutte. Le renforçateur M 26568 augmente l'action de l'attractif de façon très significative. Par contre, le renforçateur M 26569 et la dilution dans l'acétone ne présentent aucun intérêt.

IV. — ÉTUDE DU TYPE DE PIÈGE A CHRYSANTHÉMATE D'ÉTHYLE

Le but était de voir si le couvercle en rondelle de cocotier obturant les pièges pouvait être remplacé par un couvercle en plastique et si la taille du récipient et la hauteur du piège avaient une incidence sur les captures.

1. — Comparaison de pièges avec récipient de 5 l ou de 2 l avec couvercle en cocotier ou en plastique : Essai n°s 6 (1) et 6 (2).

Essai n° 6 (1) :

On a comparé les captures obtenues avec 2 pièges différents : récipients de 5 l avec couvercle en rondelle de cocotier, récipients de 2 l avec couvercle en plastique.

Méthode : Chaque objet était représenté par 5 pièges dans un dispositif alterné. Les pièges étaient tous pourvus de flacons qui ont reçu 2 ml de produit. Les résultats sont donnés dans le tableau VI.

TABLEAU VI. — Influence de la composition du piège (Influence of the make-up of the trap)

Pièges (Traps)	Période de piégeage (Period of trapping)		Total
	Semaines (Weeks) 1-2-3	4-5-6	
Récipients de 5 l avec bois de cocotier (5 l recipients with coconut wood lids) . .	21 (100)	12 (100)	33 (100)
Récipients de 2 l avec couvercle en plastique (2 l recipients with plastic lids)	29 (138)	16 (133)	45 (136)

Les résultats montrent que les petits récipients entièrement en plastique peuvent donner des résultats au moins aussi bons que les pièges utilisés jusqu'alors.

Essai n° 6 (2) :

Au même endroit et avec le même dispositif que dans l'essai n° 3 on a comparé les mêmes objets que dans l'essai n° 6 (1) en présence d'un témoin constitué

par des pièges avec un récipient de 5 l et un couvercle en bois de cocotier recevant 0,2 ml d'attractif en goutte à goutte bi-hebdomadaire. L'essai a duré 3 mois et comprenait 11 pièges de chaque objet étudié (Tabl. VII).

TABLEAU VII. — Influence de la composition du piège
(Influence of the make-up of the trap)

Pièges (Traps)	Période de piégeage (Period of trapping)			Total
	mois (month) 1	mois (month) 2	mois (month) 3	
Récipients de 5 l — rondelle de cocotier — goutte à goutte (5 l recipients — coconut wood lid — drip application)	48 (100)	116 (100)	96 (100)	260 (100)
Récipients de 5 l — rondelle de cocotier — flacon recevant 2 ml/mois (5 l recipients — coconut wood lid — flask receiving 2 ml/month)	50 (104)	164 (141)	181 (189)	395 (152)
Récipients de 2 l entièrement en plastique — flacon recevant 2 ml/mois (2 l all-plastic recipients — flask receiving 2 ml/month)....	30 (63)	104 (90)	166 (173)	300 (115)

Discussion : Cet essai confirme la supériorité du système d'application dans un flacon. La comparaison entre petits et grands récipients donne un résultat contradictoire avec celui du précédent essai. Si on fait la moyenne par piège/mois pour les deux essais, on obtient des résultats très voisins pour les deux types de pièges.

2. — Etude de la hauteur du piège : Essai n° 7.

Méthode : L'essai a comparé des pièges constitués par un récipient de 5 l (fermé par une rondelle de cocotier et pourvu d'un flacon) parmi lesquels 20 avaient une hauteur totale normale de 1,50 m, et 15 autres pièges une hauteur de 2,50 m au-dessus du sol. Les pièges étaient disposés en triangle à 50 m les uns des autres. Le dispositif était du type témoin adjacent, chaque répétition de chaque objet étant constituée par 5 pièges situés dans un même plan Est-Ouest. Ce dispositif couvrait 7 ha au milieu d'une parcelle

fortement infestée où un dispositif de 4 pièges/ha était installé depuis plusieurs mois. L'essai a duré 6 mois (Fig. 3).

Les résultats sont donnés dans les tableaux VIII et IX.

Un net gradient Nord-Sud s'est manifesté. Il y a lieu de comparer le cumulé des captures des pièges hauts avec la moyenne des cumulés des pièges bas situés de part et d'autre de ces pièges hauts.

Discussion : Les pièges de 2,50 m de haut font des captures de 30 à 45 p. 100 supérieures à celles des pièges normaux.

TABLEAU IX. — Importance de la hauteur des pièges (résumé) (Importance of the height of the traps-summary)

Situation :	Rangs (Ranks) 1-2-3	Rangs (Ranks) 2-3-4	Rangs (Ranks) 3-4-5	Moyenne (Mean)
Pièges hauts ... (High traps)	74 (138)	96 (145)	159 (132)	110 (137)
Pièges bas (Low traps)	53,5 (100)	66 (100)	120 (100)	80 (100)

TABLEAU VIII. — Importance de la hauteur du piège (détail des résultats). Capture pour 5 pièges et par mois. (Importance of the height of the trap—details of results. Capture for 5 traps and per month).

Pièges (Traps)	Rang (Rank)	Période de piégeage (Period of trapping) mois (month)						Total
		1	2	3	4	5	6	
Pièges bas... (Low traps)	1	2	0	8	13	13	16	52
Pièges hauts.. (High traps)	2	7	2	17	15	12	21	74
Pièges bas... (Low traps)	3	14	8	11	18	1	3	55
Pièges hauts.. (High traps)	4	13	10	11	27	16	19	96
Pièges bas... (Low traps)	5	17	6	13	15	14	12	77
Pièges hauts.. (High traps)	6	8	12	43	52	23	21	159
Pièges bas... (Low traps)	7	12	6	37	40	41	27	163

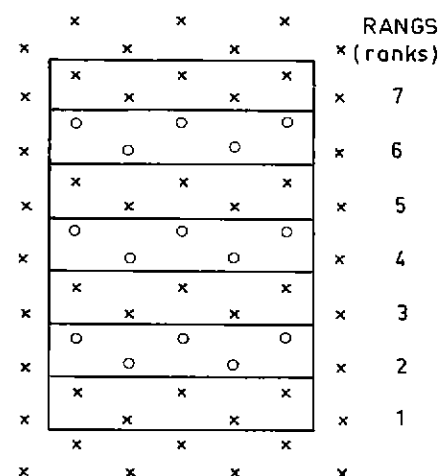


FIG. 3. — Schéma de l'essai n° 7 (Plan of trial n° 7)

x : Pièges de 1,5 m (Traps at 1.5 m)
o : Pièges de 2,5 m (Traps at 2.5 m).

V. — ÉTUDE DU PIÉGEAGE DANS DES PARCELLES FORTEMENT INFESTÉES

Rôle de la couverture. Etude du sex-ratio. Etude du taux de capture.

Dans le cadre d'une expérience étudiant l'influence de la technique de préparation du terrain et le rôle de la couverture de *Pueraria* sur les infestations d'*Oryctes monoceros*, deux parcelles d'une vingtaine d'hectares ont été mises sous piégeage.

Sur la première parcelle, objet 4 de l'expérience PB.CC 26, on avait empêché la couverture d'envahir les bois andainés jusqu'à une date correspondant à 16 mois après le déforestation. La couverture a recouvert complètement le bois 8 mois plus tard (en avril 1974 soit 2 ans après l'abattage) alors qu'une très forte infestation avait commencé dès le 14^e mois après l'abattage.

Sur la seconde parcelle, objet 2 de l'expérience PB.CC 26, le *Pueraria* a recouvert complètement les andains dès le 12^e mois après l'abattage (avril 1973), soit un an avant la parcelle 4. L'infestation a commencé un mois après celle de l'objet 4 et a été sensiblement moins importante. L'environnement des deux parcelles était comparable.

Sur la parcelle 4, un dispositif de 4,5 pièges/ha a été mis en place en décembre 1973. Ce dispositif a été porté à 9 pièges en fin février 1974 (voir essai n° 3). Sur la parcelle 2 un dispositif de 3,8 pièges/ha a été installé à la fin du mois de février 1974. Les captures des pièges de bordures, très importantes, n'interviennent pas dans les chiffres présentés.

Par ailleurs, on a également étudié le sex-ratio sur la parcelle 4.

Les résultats enregistrés sur ces 2 parcelles figurent dans les tableaux X et XI, ils sont donnés par périodes mensuelles de 4 ou 5 semaines.

Discussion : L'incidence du recouvrement des andains par le *Pueraria* est nette. En recouvrant les bois, cette plante réduit les possibilités de repérage olfactif des gîtes larvaires et ainsi limite l'infestation et favorise le piégeage. De toute évidence l'effet attractif du chrysanthémate d'éthyle est analogue à celui des gîtes larvaires. Le sex-ratio des insectes capturés dans les premiers pièges installés à Port-Bouet était toujours en faveur des mâles (55 p. 100 de mâles en moyenne) et, dans les gîtes larvaires, on trouve toujours plus de mâles que de femelles. Il est difficile d'expliquer l'évolution du sex-ratio dans la parcelle 4, il aurait fallu y piéger pendant plus d'une année. Au total il est cependant certain que le chrysanthémate d'éthyle peut attirer autant de mâles que de femelles. On sait par ailleurs [4] que dans les couronnes de cocotiers on trouve un peu plus de femelles (52,8 p. 100) alors que dans les refuges larvaires elles sont en nette minorité (38,2 p. 100).

Dans les deux parcelles le piégeage a certainement limité l'infestation de façon très sensible, mais il a été mis trop tardivement en place pour permettre d'arrêter les attaques. Les insectes échappant au piégeage ont été suffisamment nombreux pour que l'infestation se maintienne à un niveau encore trop élevé.

Etude du taux de capture : L'indice de capture qui a permis de comparer l'efficacité du piégeage dans des

TABLEAU X. — Importance des captures sur la parcelle 4 recouverte par le *Pueraria* 2 ans après l'abattage (avril, 1974)
(Number of captures on Plot 4, covered by *Pueraria* 2 years after felling, April 1974)

Période de capture (Period of capture) mois (month)	1 Déc. 1973	2 Janv. 1974	3 Févr. 1974	4 Mars 1974	5 Avr. 1974	6 Mai 1974	7 Juin 1974	8 Juill. 1974	9 Août 1974	10 Sept. 1974	11 Oct. 1974	12 Nov. 1974	Bilan (Balance)	Moyenne mensuelle (monthly mean)
Nb. de semaines..... (No. of weeks)	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	52	
Sex-ratio..... (% de femelle — female)	39,8	43,4	33,8	31,0	45,8	59,1	59,5	51,6	62,3	60,5	57,8	45,0	50,3	50,3
Sex-ratio cumulé..... (cumulative sex ratio) (% de femelle — female)	39,8	41,8	39,2	38,8	39,9	44,7	47,9	48,3	49,8	50,2	50,4	50,3	50,3	50,3
Infestation/ha.....	136,8	158,7	65,0	52,5	46,5	60,5	45,1	49,0	60,2	18,4	15,1	6,0	713,8	59,5
Captures/ha.....	18,5	24,9	18,5	10,2	10,9	23,9	29,4	21,1	23,1	7,3	7,4	3,6	198,8	16,6
Indice de capture..... (index of capture) (%)	13,5	15,7	28,4	19,5	23,3	39,5	65,1	43,1	38,4	39,7	49,0	60,6	27,9	27,9

TABLEAU XI. — Importance des captures sur la parcelle 2 recouverte par le *Pueraria* 1 an après l'abattage (avril 1973)
(Rate of capture on Plot 2, covered by *Pueraria* 1 year after felling, April 1973)

Période de capture (Period of capture) mois (month)	1 Mars 1974	2 Avr. 1974	3 Mai 1974	4 Juin 1974	5 Juill. 1974	6 Août 1974	7 Sept. 1974	8 Oct. 1974	9 Nov. 1974	10 Déc. 1974	11 Janv. 1975	Bilan (Balance)	Moyenne mensuelle (monthly mean)
Nb. de semaines..... (No. of weeks)	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	48	
Infestation/ha.....	75,4	38,4	40,8	32,1	28,2	39,2	28,7	17,7	17,1	7,6	5,0	330,2	29,8
Captures/ha.....	35,9	26,2	43,7	32,9	18,3	23,5	16,1	14,4	18,1	3,9	3,1	236,1	21,3
Indice de capture..... (index of capture) (%)	47,6	68,2	107,1	102,5	64,9	60,0	56,1	81,4	105,9	51,3	62,0	71,5	71,5

parcelles infestées à des degrés différents est une estimation du taux d'insectes réellement capturés sur l'ensemble de la population adulte présente pendant toute la période de l'essai. On a fait cette estimation en calculant les rapports entre les insectes capturés hebdomadairement et les populations instantanées d'insectes, relevées chaque semaine (car l'acte alimentaire dure environ une semaine) sur un échantillonnage de 40 p. 100 des arbres présents. Il était intéressant de comparer cet indice de capture théorique avec le résultat obtenu en marquant des insectes présents dans les flèches et en décomptant ensuite la proportion de ces insectes qui a été capturée. Au centre de la parcelle n° 2, au cours du 11^e mois de piégeage, on a ainsi marqué 122 insectes, dont 94 femelles, présents dans les flèches. On a recapturé un total de 41 insectes dont 19 femelles dans les 15 jours après le marquage. La proportion d'insectes marqués capturés a donc été de 20 p. 100 pour les femelles, 55 p. 100 pour les mâles et de 34 p. 100 seulement au total, alors que l'indice théorique de capture a été de 60 p. 100 dans cette période.

Par ailleurs les insectes marqués et pris n'ont représenté que 24 p. 100 du total des insectes capturés. Comme un maximum de précautions avaient été prises pour éliminer les effets de bordure (on n'a pas tenu compte des captures réalisées en périphérie de plantation), il paraît hautement probable qu'une grande partie des insectes capturés vient directement des gîtes larvaires ; ce fait a du reste été vérifié sur de grandes surfaces où des pièges étaient en fonctionnement mais où des ramassages hebdomadaires ou bi-hebdomadaires d'insectes étaient réalisés. Malgré ces ramassages, les pièges ont augmenté de 30 à 196 p. 100 les nombres d'insectes éliminés selon le degré de recouvrement des bois par le *Pueraria*.

L'indice de capture tel qu'il a été calculé est probablement une assez bonne estimation du taux de capture réel, mais en fait une bonne partie des insectes capturés proviennent des gîtes larvaires et non des arbres ce qui prouverait que de nombreux adultes se déplacent d'un refuge à un autre sans nécessairement passer par une phase alimentaire. Ce point mériterait évidemment d'être confirmé dans d'autres essais.

VI. — CONCLUSION

Ces études ont montré qu'il était possible de lutter contre *Oryctes monoceros* à l'aide d'une substance attractive. Dans ce domaine de la lutte biologique de tels exemples sont rares et les substances attractives sont plus généralement utilisées comme des avertisseurs ou dans des études de dénombrement de populations. Tous les essais réalisés permettent de définir les caractéristiques précises du piège. Il est constitué d'un seau de 2 l en matière plastique dont le couvercle est percé d'un trou de 2 à 3 cm de diamètre. A 5 cm du fond on pratique d'autres petits trous pour l'évacuation de l'eau. A l'intérieur du seau est suspendu un petit flacon contenant une mèche imprégnée de 2 ml de chrysanthémate d'éthyle auquel on ajoute un renforçateur olfactif (0,2 ml), ces doses étant suffisantes pour un mois de piégeage. Au fond du seau on met un peu d'insecticide en poudre (HCH ou DDT)

pour tuer les adultes. Ce piège est placé à 2,50 m du sol. Le piquet peut être fabriqué avec du fer à béton qui se termine par un anneau horizontal dans lequel on fixe le seau (Fig. 1). La densité est de 4 unités par ha, les pièges étant disposés en quinconce. La potentialité de capture est évidemment très variable suivant l'importance des populations. Elle dépend aussi de la situation des pièges, ceux situés en bordure de plantation prenant beaucoup plus d'insectes. Enfin et surtout le taux de capture dépend de l'état de recouvrement des refuges de ponte par une plante de couverture. Peu efficaces lorsque les bois en décomposition sont laissés à nus, ils capturent un grand nombre d'insectes lorsqu'ils sont recouverts. Dans des conditions par ailleurs identiques, le taux de capture varie alors de 1 à 4. Cela tient au fait que l'odeur du chrysanthémate d'éthyle se confond pour l'*Oryctes monoceros* avec celle des refuges de ponte. Les pièges capturent donc des insectes qui vont vers les bois en décomposition soit après avoir séjourné dans un autre refuge de ponte, soit après une période d'alimentation.

VII. — CONCLUSION GÉNÉRALE SUR LA LUTTE CONTRE L'ORYCTES

Lorsque l'on plante une cocoteraie sur une zone forestière la méthode radicale pour ne pas avoir d'attaques d'*Oryctes* est la destruction totale des bois avant leur décomposition. Cette méthode n'est toutefois pas applicable dans tous les cas et détruit une quantité importante de matière organique très profitable à la future plantation. Plusieurs études ont été entreprises de façon à pouvoir planter des cocotiers tout en ne détruisant pas les bois abattus.

Une première série d'expériences a montré que lorsqu'on installe une plante de couverture rapidement après l'abattage et la mise en andain de façon à ce que les bois, refuges potentiels de l'*Oryctes*, soient recouverts moins d'un an après l'abattage, les risques d'attaques sont considérablement diminués. Si ces conditions ne sont pas remplies, les attaques peuvent être par contre d'une extrême violence. D'autres études ont été effectuées dans le cas où ce calendrier n'aurait pas été respecté. Les essais d'implantation d'une maladie à virus avec *Rhabdionvirus oryctes* n'ont pas été concluants, l'espèce économiquement la plus importante en Afrique de l'Ouest, *Oryctes monoceros*, étant très peu sensible à cet entomopathogène.

Des essais de piégeage olfactif à l'aide de chrysanthémate d'éthyle ont été par contre très positifs. Toutefois ils ne sont réellement efficaces que lorsque les refuges de ponte sont cachés par la plante de couverture, c'est-à-dire pendant la seconde phase d'une pullulation (avant le recouvrement des bois) il faut avoir recours à des ramassages des adultes d'*Oryctes*, par des passages hebdomadaires ou bi-hebdomadaires suivant l'importance de l'attaque, sur les jeunes cocotiers. L'implantation précoce d'une plante de couverture sur les bois andainés est une garantie de succès dans la lutte contre l'*Oryctes*. Dans le cas contraire, la technique du piégeage peut se substituer à cette lacune mais partiellement seulement et elle n'empêchera pas complètement les attaques.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARBER I. A., McGOVERN T. P., BEROZA M., HOYT C. P., WACKER A. (1971). — Attractant for the coconut *Rhinoceros* beetle. *Journal of economic entomology*, 1971, 64 (5), p. 1041-1044.
- [2] UNDP/FAO. — Project for research on the control of the coconut palm *Rhinoceros* beetle. Report of the project manager for the period July 1971-June 1972.

- [3] JULIA J. F., BRUNIN C. (1974). — Les ravageurs et maladies du palmier à huile et du cocotier. Amélioration du piégeage de l'*Oryctes* par le chrysanthémate d'éthyle. Conseils de l'I. R. H. O., N° 144, *Oléagineux*, 29, N° 11, p. 507-508.
- [4] MARIAU D. (1967). — Les fluctuations des populations d'*Oryctes* en Côte-d'Ivoire. *Oléagineux*, 22, N° 7, p. 451-454.

SUMMARY

Research on *Oryctes monoceros* Ol. in Ivory Coast. III. — Olfactory Trapping with Ethyl Chrysanthemate.

J. F. JULIA and D. MARIAU, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 6, p. 263-272.

A large number of trials have been set up to define the characteristics of the trap and the mode of use. The traps consists of a plastic bucket with a hole pierced in the lid. A flask is fixed inside containing a mixture of ethyl chrysanthemate (2 ml.) and an olfactory reinforcer (0.2 ml.) (rates for 1 month's treatment), which evaporate slowly through a wick. The bucket should be placed at 2.5 m from the ground. The density of 4 traps/ha. arranged in quincunx. The rate of capture is extremely variable according to the infestation, the situation of the traps (the ones round the borders capturing many more insects) and the state of the breeding sites. If these sites are left bare the traps capture few insects; on the contrary, if they are covered by a cover plant many more are caught. Thus, the rate of capture can vary from 1 to 4 according to the degree of coverage. For *Oryctes* ethyl chrysanthemate has the same odour as the breeding sites, and the traps therefore attract insects on their way to a site, either coming from another site or after a feeding period. This type of trapping can be used as a means of control, but does not prevent attacks completely. It completes the beneficial action of the cover.

RESUMEN

Investigaciones sobre *Oryctes monoceros* Ol. en Costa de Marfil. III. — Colocación de trampas olfativas con crisantemato de etilo.

J. F. JULIA y D. MARIAU, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 6, p. 263-272.

Se inició muchos ensayos a fin de precisar las características de la trampa, y las modalidades de utilización. La trampa comprende un cubo de plástico, con un agujero en la tapa, que contiene en el interior un pequeño frasco con una mezcla de crisantemato de etilo (2 ml) y un reforzador olfativo (0.2 ml) (estas dosis valen para un mes de tratamiento) que se evaporan despacio por medio de una mecha. El cubo quedará a 2,50 m del suelo. La densidad es de 4 trampas por ha dispuestas al tresbolillo. El índice de recolección es muy variable según la infestación, la ubicación de las trampas (las de los linderos pueden capturar muchos más insectos) y el estado de los refugios de postura. Quedando dichos refugios al descubierto, las trampas cogerán pocos insectos; si por el contrario están cubiertos por una planta de cobertura, cogerán muchos más. El índice de recolección puede variar así de 1 a 4 según este estado de recubrimiento. Para el *Oryctes* el crisantemato de etilo tiene el olor de los refugios de postura, y por lo tanto las trampas capturan los insectos que se dirigen a estos refugios, bien sea procedentes de otro refugio o después de un período de alimentación. Se puede utilizar este tipo de sistema de trampas como medio de lucha, pero no impide completamente los ataques, sino que completa la acción benéfica de la cobertura.

Research on *Oryctes monoceros* Ol. in Ivory Coast III. — Olfactory Trapping with Ethyl Chrysanthemate (1)

J. F. JULIA (2) and D. MARIAU (3)

In the last few years several authors have studied the olfactory trapping of adult *Oryctes rhinoceros* [Barber, McGovern, Beroza, Hoyt, Wallser, Maddison, 1, 2]. Numerous products and types of trap have been tested. As early as 1972, Maddison showed the efficacy of ethyl chrysanthemate (a mixture of the isomers of ethyl D, L *cis, trans* 2-2 dimethyl-3 isobutenyl-cyclopropane-1-carboxylate). Up to then this product had been used for the preparation of synthetic pyrethrins and perfume manufacturing. The attractive effect has proved to be similar to that of *Oryctes* breeding sites.

However, until February 1974 the yield of these traps, tested in the South Pacific, was small (an average of less than 2 adults/trap/month, with a maximum of 4). In the Ivory Coast the I. R. H. O. has studied the possibilities of using olfactory trapping as a means of control against *O. monoceros* in young plantings.

I. — DESCRIPTION OF THE TRAP USED IN THE IVORY COAST

A plastic recipient of 2-5 l capacity is fixed to the top of a post, at a minimum height of 1.50 m from the ground. This recipient is closed with a plastic or coconut wood cover pierced with an opening of 2.5 sq. cms. to allow the insects to get in. Rain water is drained off through several holes of 0.25 sq. cms. drilled in the sides of the recipient about 5 cms. from the bottom (Fig. 1).

In the rainy season the insects drown themselves, and in the dry season a very small quantity of insecticide powder is put in the bucket, which is sufficient to kill the insects (and also stop them escaping) for several months. Neither the

presence of insecticide nor the dead bodies of insects have a repellent effect. The attractant can either be applied twice a week, dripped on to the underside of the lid (method used in Samoa), or placed in the trap in a glass flask with a rubber stopper through which an oil lamp wick is passed; in the second case applications can be made monthly [3]. As will be seen, a certain number of trials have enabled improvements to be made to this trap.

II. — STUDY OF THE SPACING TO BE LEFT BETWEEN TRAPS

1. — Study of Linear Lay-out : Trial No. 1.

The object was to find out whether, over a given distance, the captures varied with the number of traps lined up.

Method : On the periphery of a young plantation three sites, A, B and C, were chosen; each corresponded to a row 200 m. long and they succeeded each other at intervals of 30 m., so that there was 660 m. between the beginning of A and the end of C. Three objects were compared : 1 = 9 traps at a spacing of 25 m., 2 = 7 traps at a spacing of 33 m., and 3 = 5 traps at a spacing of 50 m. At first lots were drawn for the object to be placed on each site, then a circular permutation was operated every three weeks. The traps had coconut wood lids, and 0.2 ml. of the attractant per trap was applied twice a week. The trial lasted 18 weeks and the results were as follows (Table I), the first and last trap on site being left out of consideration (border effect).

Discussion : First of all it should be noted that on an average the numbers captures were fairly small. There is competition between the traps at the spacings studied. Calculations show that the difference of 51 p. 100 recorded in individual captures between 1 and 3 is highly significant. The yield of a trap varies in almost linear fashion with the spacing. On the other hand, the difference of 25 p. 100 between 4 and 8 traps per 200 m. is not significant. In a triangular lay-out where each trap is surrounded by 6 other traps (and not by two as in the linear lay-out), competition is necessarily greater

(1) Communication presented to 4th Session of the F. A. O. technical working party on coconut production, protection and processing, at Kingston, Jamaica (Sept. 1975). The first and second parts were published in *Oléagineux* (February and March 1976).

(2) Entomology Department of the I. R. H. O., Port-Bouet Station (Ivory Coast).

(3) Entomology Department of the I. R. H. O., La Mé Station (Ivory Coast).

and the optimum spacing should be closer to 50 m. than 25 m., but for border protection it is preferable to space the traps at 25 m. only.

2. — Comparison of 2 densities : 2 and 4 traps/ha : Trial No. 2.

The trial was carried out in a young oil palm replanting. The lay-out is shown in figure 2.

Method : The experimental plot was 770 m. long and 468 m. wide (36 ha.). It was divided East-West into three blocks 468 × 256.5 m. Each block contained two sub-plots of equal area : one with 25 traps (5 North-South rows of 5 traps, the rows 46.80 m. apart and the traps 54 m. apart along the row) at a density of 4 traps/ha., and the other with 15 traps (3 North-South rows of 5 traps, 93.60 m. between the rows and 54 m. between the traps) at a density of 2 traps/ha. In the first case there were 9 central useful traps and in the second, 6 the captures of the useful traps being retained for the comparison. The two objects, 2 and 4 traps/ha., alternated in the North-South and in the East-West sense. Each block was surrounded by 22 border traps and there was one border row between each sub-plot. The trial lasted 12 weeks, the traps being identical to those in Trial 1 and receiving 0.2 ml. of the attractant per week. The results are summarized in table II.

Discussion : The capture per trap is over 44 p. 100 for the 2 traps/ha. density, but the captures/ha. are 39 p. 100 higher at the highest trap density. Calculations show that these results are significative. Competition between the traps appears much higher than in the linear lay-out, since the mean spacing is 70-71 m for 2 traps/ha. and 50 m. for 4 traps/ha., which is therefore greater than the spacings studied in the first trial. If we admit that the yield of the traps diminishes in linear fashion with density between 2 and 6 traps/ha., the optimum density would be between 4 and 4.5 traps/ha.

3. — Effect of an increase from 4.5 to 9 traps/ha. in a heavily infested zone : Trial No. 3.

The zone of the experiment was a 1-year-old coconut grove with an area of 24 ha. established on former forest. The timber had been windrowed every 15 m. and partially burned. The *Pueraria javanica* cover was stopped from spreading over the windrows. A heavy pullulation of *O. monoceros* had started 4 months before the traps were placed.

Method : A lay-out of 107 traps spaced 51 m. apart North-South and 44.10 m. East-West (4.5 traps/ha.) was set in place. The arrangement was in quincunx and the traps, identical to those of Trials 1 and 2, received 0.2 ml. ethyl chrysanthemate twice a week. At the end of 12 weeks the density was doubled by reducing the North-South spacing to 25.50 m.

Each week the population of adult *Oryctes* in the trees was estimated by observing 40 p. 100 of the plants, and captures in the traps in the centre of the plot were recorded (the very large captures in the peripheric traps were recorded separately).

The relationship between the number of insects present (feeding by *O. monoceros* lasts a little more than 7 days) and the number of insects captured within the plot provides an index of capture which enables the two densities to be compared (Table III).

Discussion : It should be mentioned that at the start of the trial the coverage of the timber by *Pueraria* was very limited and that by the 21st. week of the trial it was total. We will see later on that *Pueraria* favours trapping although it reduces the infestation and that, after the 24th week, the index of capture varied between 40 and 60 p. 100.

In weeks 7-18, when the *Pueraria* was growing progressively it was noted that doubling the density brought no significant increase in the yield ; thus, it is confirmed that the optimum density is no more than 4.5 traps/ha., and that with a good coverage by *Pueraria* it should be close to 4 traps/ha.

III. — STUDY OF RATES AND METHODS OF APPLICATION OF ETHYL CHRYSANTHEMATE

In the first trials the drip application of 0.2 ml. of the attractant once or twice a week was adopted. This method is difficult to apply on a large scale, an effort was made, therefore, to reduce the frequency of the rounds and to study the rates of application. Furthermore, it was interesting to find out whether the addition of an olfactory reinforcer or the dilution of the attractant would be an advantage.

1. — Comparison of different rates applied monthly in a flask fitted with a wick with the drip application method : Trial No. 4.

Method : A lay-out was set in place comprising 11 replications of 3 traps. The traps were arranged in quincunx in two alignments 15 m. apart along the edge of a heavily infested

plot. In each row the traps were 51 m. apart. Three objects were studied.

- T : Standard traps identical to those in the preceding trials, without any attractant,
- G : the same traps as above, but with the application of 0.2 ml. of the attractant in a bi-weekly drip,
- F : the same traps with a 15 ml. flask fixed to the underside of the coconut wood lid, containing the following quantities of ethyl chrysanthemate : 1 ml. (1), 1.5 ml. (2) and 2 ml. (3). The results are given in table IV.

Discussion : The three series of trials were conducted successively. In spite of a few variations the captures were very large (more than 1 adult/trap/day for the objects receiving the attractant). The traps without chrysanthemate can capture a few insects. Furthermore, the effect of the rate employed is evident : 2 ml./mth. must be used in the flasks to arrive at a result comparable to that of the drip application, which corresponds to 1.7 ml./trap/month. From the results it can be thought that captures could be increased appreciably, especially from the 15th. to the 30th. days, with rates higher than 2 ml./month. However, at more than 2 ml./trap/month the cost of the chrysanthemate becomes excessive (more than 1 000 CFA francs/trap/year).

2. — Study of Olfactory Reinforcers and of Dilution in Acetone : Trial No. 5.

To limit the fall in the yield of the traps with flasks 15 days after application of the product, an effort was made to find out whether the addition of an olfactory reinforcer or dilution in an ordinary organic solvent would have advantages. Two Givaudan reinforcers were tested : M 26568 and M 26569. The solvent chosen was acetone.

Method : The experimental design was similar to that for Trial No. 4, but comprised 4 objects compared in 6 replications.

Trial No. 5 (1) :

- G : Drip application, 0.2 ml. attractant twice a week,
- F : Traps with flask receiving 2 ml. attractant,
- M₁ : Traps with flask receiving 1.8 ml. attractant and 0.2 ml. reinforcer M 26568,
- M₂ : Traps with flask receiving 1.8 ml. attractant and 0.2 ml. reinforcer M 26569.

Trial No. 5 (2) :

Only the last object is changed, to be replaced by :

- A : Traps with flask receiving 2 ml. attractant and 4 ml. acetone.

The results are given in table V.

Discussion : The results obtained with objects F and M₁ were very different from one trial to another, but remained superior to those for drip application. The reinforcer M 26568 increases the action of the attractant to a very significant degree. On the other hand, the reinforcer M 26569 and the dilution with acetone are of no interest.

IV. — STUDY OF THE TYPE OF ETHYL CHRYSANTHEMATE TRAP

The object was to find out whether the coconut wood lid of the traps could be replaced by a plastic cover, and whether the size of the recipient and the height of the trap had any effect on captures.

1. — Comparison of Traps with 2 or 5 l. recipients and with coconut wood or plastic lids : Trials No. 6 (1) and 6 (2).

Trial No. 6 (1) :

A comparison was made between the captures obtained with two different traps : 5 l. recipients with a coconut wood lid, and 2 l. recipients with a plastic lid.

Method : Each object was represented by 5 traps in an alternating lay-out ; all were fitted with flasks and received 2 ml. of attractant.

The results are given in table VI.

The results show that the small all-plastic recipients can give at least as good results as the traps used up to now.

Trial No. 6 (2) :

At the same place and with the same lay-out as in Trial No. 3, the same objects as in Trial No. 6 (1) were compared in the presence of a control made up of 5 l. recipients with coconut wood lids receiving 0.2 ml. attractant in a bi-weekly drip. The trial lasted 3 months and included 11 traps in each object studied (Table VII).

Discussion : This trial confirms the superiority of the system of application in a flask. The comparison between small and large recipients gives a contradictory result to that of the previous trial. If we take the average per trap/month for the two trials, very similar results are obtained for both types of trap.

2. — Study of the height of the trap : Trial No. 7.

Method : The trial compared traps consisting of a 5 l. recipient with a coconut wood lid fitted with a flask, 20 of which were at a normal height of 1.50 m. from the ground and 15 others at 2.50 m. The traps were placed in triangles at 50 m. apart. The design was of the adjacent control type, each replication of each object being composed of 5 traps lying in the same East-West plane. This lay-out covered 7 ha. in the middle of a heavily infested plot, where a net-work of 4 traps/ha. had been in place for some months. The trial lasted 6 months (Fig. 3). The results are given in tables VIII and IX.

A distinct North-South gradient manifested itself. There is a case for comparing the cumulative captures of the high traps with the mean of the cumulative captures of the low traps placed on either side of these high traps.

Discussion : The traps 2.50 m. from the ground captures 30-45 p. 100 more than traps at normal height.

V. — STUDY OF TRAPPING IN HEAVILY INFESTED PLOTS Role of the Cover-Study of Sex ratio. Study of Rate of Capture.

In the framework of an experiment studying the influence of the land preparation technique and the role of the *Pueraria* cover on infestations of *Oryctes monoceros*, traps were placed in two plots of about 20 ha.

On the first plot, object 4 of Experiment PB CC 26, the cover was prevented from invading the windrows until a date corresponding to 16 months after deforesting. The cover had completely covered the timber 8 months later (in April 1974, or 2 years after felling), whilst a very heavy infestation had already started in the 14th. month after felling.

On the second plot, object 2 in Experiment PB CC 26, the *Pueraria* had covered the windrows completely by the 12th. month after felling (April 1973), or one year before plot 4. The infestation started one month after that on object 4 and was appreciably smaller. The environment of the two plots was comparable.

On plot 4, a network of 4.5 traps/ha. was set out in December 1973 ; it was increased to 9 traps/ha. at the end of February 1974 (see Trial No. 3). On plot 2, 3.8 traps/ha. were installed at the end of February 1974. The very large captures of the border traps do not enter into the figures given. In addition the sex ratio was studied on plot 4.

The results recorded on these two plots are given in tables X and XI by monthly periods of 4-5 weeks.

Discussion : The incidence of coverage of the windrows by *Pueraria* is clear. By covering over the timber this plant reduces the possibilities for olfactory locating of breeding sites and thus limits infestation and favours trapping. It is obvious that the power of attraction of ethyl chrysanthemate is similar to that of the breeding sites. The sex ratio of the insects captured in the first traps installed at Port Bouet was always in favour of the males (an average 55 p. 100 males) and, in the breeding sites, more males than females are always found. It is difficult to explain the evolution of the sex ratio in Plot 4 ; trapping should have been done for more than one year. However, all things considered it is certain that ethyl chrysanthemate can attract as many males as females. Furthermore, it is known [4] that rather more females are found in the crowns of the coconuts (52.8 p. 100), whilst in the breeding sites they are distinctly in the minority (38.2 p. 100).

In both plots trapping certainly limited the infestation to a very considerable extent, but it was installed too late to enable the attacks to be stopped. The insects which escaped trapping were sufficiently numerous to maintain the infestation at a level which was still too high.

Study of the Rate of Capture : The index of capture which enabled a comparison of the efficiency of trapping in plots infested to varying degrees is an estimate of the number of insects really captured out of the whole of the adult population present during the whole period of the trial. This estimate was made by calculating the relationships between the insects captured each week and the instantaneous populations of insects recorded each week (as feeding lasts about one week) on a sample of 40 p. 100 of the trees present. It was interesting to compare this theoretical index of capture with the result obtained by marking the insects in the spears and then counting the proportion of these insects captured. In the centre of Plot 2, during the 11th. month of trapping, 122 insects, including 94 females, present in the spears were marked in this way. In all 41 insects, including 19 females, were recaptured in the 15 days after marking. The proportion of marked insects captured was thus 20 p. 100 females, 55 p. 100 males,

and 34 p. 100 only of the total, whereas the theoretical index of capture was 60 p. 100 in this period.

Elsewhere, the insects marked and retaken only represented 24 p. 100 of the total insects captured. As the maximum number of precautions had been taken to eliminate the border effects (captures on the periphery of the plantation were not taken into account), it is highly probable that a large part of the insects captured comes directly from the breeding sites ; moreover, this fact has been verified over large areas where traps were functioning but where weekly or bi-weekly collection of insects took place. In spite of this collection, the traps increased the number of insects eliminated from 30-196 p. 100 according to the degree of coverage of the timber by *Pueraria*.

The index of capture as calculated is probably a reasonably good estimate of the real rate of capture, but in fact a good part of the insects captured comes from the breeding sites and not the trees, which would prove that numerous adults go from one breeding site to another without necessarily passing through a feeding phase. It would obviously be worth confirming this point in other trials.

VI. — CONCLUSION

These studies have shown that it was possible to control *Oryctes monoceros* by means of an attractant. In this field of biological control such examples are rare and the attractive substances are more generally used as warnings or in studies of population counts. All the trials carried out enable the precise characteristics of the trap to be defined. It is made up of a 2 l. plastic bucket with its lid pierced with a hole 2-3 cms in diameter ; 5 cms. from the bottom a few small holes are drilled to allow rain-water to drain off. Inside the bucket a small flask is fixed, containing a wick impregnated with 2 ml. of ethyl chrysanthemate to which an olfactory reinforcer is added (0.2 ml.), these rates sufficing for 1 month's trapping. A little powdered insecticide (HCH or DDT) is put in the bottom of the bucket to kill the adults. The trap is fixed 2.5 m. from the ground. The stake should be made from an iron reinforcing bar with a horizontal ring welded on the top on which the bucket is fixed (Fig. 1). The density is 4 traps/ha., arranged in quincunx. Obviously, the trapping potential is very variable according to the size of the populations, and also depends on the situation of the traps, those round the edges of the plantation catching many more insects. Above all, the rate of capture depends on the degree of coverage of the laying sites by a cover plant. Although not very effective when the rotting timber is left bare, they capture a large number of insects when it is covered. In conditions otherwise identical, the rate of capture can then vary from 1 to 4. This is due to the fact that for *Oryctes monoceros* the smell of ethyl chrysanthemate is identical to that of their laying sites. Thus, the traps capture insects on their way to the rotting timber, either after having been in another breeding site or after a feeding period.

VII. — GENERAL CONCLUSIONS ON CONTROL OF ORYCTES

When a coconut plantation is planted on a forest zone the radical method for avoiding *Oryctes* attacks is the total destruction of felled timber before it rots. However, this method is not applicable in all cases and destroys a large quantity of organic matter which would be very profitable to the future plantation. Several studies have been undertaken with a view to planting coconuts whilst not destroying the felled timber.

A first series of experiments has shown that when a cover plant is established rapidly after felling and windrowing, so that the timber, a potential breeding site for *Oryctes*, is covered less than a year after felling, the risks of attacks are considerably reduced. If these conditions are not met, on the other hand, the attacks can be extremely violent. Other studies have been made for the case where this date-line has not been respected. Trials of the implantation of a virus disease with *Rhabdionvirus oryctes* have not been conclusive, the economically most important species in West Africa. *O. monoceros*, not being very sensitive to this entomopathogen. On the other hand, trials of olfactory trapping with ethyl chrysanthemate have been very positive. Nonetheless, they are not really effective until the breeding sites are covered by the cover plant, i. e. during the second phase of a pullulation. During the first phase, before coverage of the timber, adult *Oryctes* should be collected off the young coconuts during weekly or bi-weekly rounds, according to the intensity of the attack. The early implantation of a cover plant is a guarantee of success in the fight against *Oryctes*. Trapping can be a substitute if this is lacking, but only partially, and it will not prevent attacks completely.